



**Rīgas Tehniskā universitāte
VIDES MODELĒŠANAS
CENTRS**

Ķemeru purva apgabala hidroģeoloģiskā modelēšana

Pārskats

Rīga, 2017

Ķemeru purva apgabala hidroģeoloģiskā modelēšana

Pārskats ietver rezultātus, kas iegūti Rīgas Tehniskās universitātes Datorzinātnes un informācijas tehnoloģijas fakultātes Vides modelēšanas centrā, izpildot SIA “EnviroEnGen” formulēto uzdevumu. Izveidots Ķemeru purva apgabala hidroģeoloģiskais modelis, ar kura palīdzību noteiktas pazemes ūdens plūsmas un to līmeņi. Aprēķinātas pazemes plūsmu bilances modelī un arī apakšapgabalā, kurā plānots veikt purva atjaunošanu. Pārskatā ir 4 lpp. teksta, 3 tabulas un 14 attēli.

Adrese:

Rīgas Tehniskā universitāte, Vides modelēšanas centrs
Daugavgrīvas iela 2, Rīga, LV-1007, Latvija
Tālrunis: +371 708511, +371 7089518; Fakss: +371 7089531
E-pasts: emc@cs.rtu.lv
URL: <http://www.emc.rtu.lv>

RTU, VMC direktors
_____A.Spalviņš

SATURS

	lpp.
1. Priekšvārds	2
2. Pētāmā objekta apraksts	2
3. Hidroģeoloģiskā modeļa apraksts	2
4. Infiltrācijas plūsma sprostsļānos	3
5. Pazemes ūdens plūsmu bilances	3
6. Secinājumi	4
7. Literatūra	4

TABULAS

1. tabula. Ķemeru purva apgabala HM vertikālā shematizācija un parametri
2. tabula. Ķemeru purva apgabala pazemes ūdens plūsmu bilance [m³/dnn]
3. tabula. Ķemeru purva apakšapgabala pazemes ūdens plūsmu bilance [m³/dnn]

ATTĒLI

1. att. Ķemeru purva apgabala topoloģiskā karte ar digitālā reljefa izolīnijām un apsekošanas punktu izvietojumu
2. att. Pazemes ūdens līmeņi [m vjl] Q2 horizontā
3. att. Pazemes ūdens līmeņi [m vjl] D3pl horizontā
4. att. Meliorācijas grāvja pazemes ūdens pietece [m³/dnn]
5. att. Aerācijas zonas biezums [m]
6. att. Purva B1 biezums [m]
7. att. Horizonta Q2 biezums [m]
8. att. Horizonta D3slp2 biezums [m]
9. att. Infiltrācija slānī B2 [mm/gadā]
10. att. Infiltrācija slānī B1 [mm/gadā]
11. att. Infiltrācija slānī D3slp1 [mm/gadā]
12. att. Bilances tabulu grafiskā skaidrojuma leģenda
13. att. Pazemes plūsmu bilances (2. tabula) grafiskais skaidrojums
14. att. Pazemes plūsmu bilances (3. tabula) grafiskais skaidrojums

1. Priekšvārds

Darbs veikts Rīgas tehniskās universitātes Vides modelēšanas centrā, īstenojot SIA “EnviroEnGen” formulēto uzdevumu par Ķemeru purva apgabala pazemes ūdens plūsmu pētīšanu ar hidroģeoloģiskā modeļa (HM) palīdzību:

- iegūt pazemes ūdens līmeņu sadalījumu;
- aprēķināt pazemes ūdens plūsmu bilances;
- novērtēt meliorācijas grāvju ietekmi.

Pētījums veikts, izmantojot licenzētu programmatūru “GROUNDWATER VISTAS 6” (GV) [1] (HM īstenošana) un SURFER12 [2] (grafisko materiālu noformēšana).

Izmantoti VMC izveidotā Latvijas hidroģeoloģiskā modeļa LAMO4 dati [3], kā arī ziņojums [4] un cita pasūtītāja iesniegtā informācija [5].

2. Pētāmā objekta apraksts

Pētāmais objekts aizņem 1980m×1750m Ķemeru purva apgabalu, kuru šķērso smilšu kāpa (1. att.). Kūdras izstrāde beigta 80-tajos gados [4]. Austrumos no kāpas atrodas purvs ar vidējo virsmas augstumu ~6.2 m vjl, bet rietumu virzienā purva vidējais līmenis ir ~10 m vjl. Šeit izdalīts apakšapgabals 610m×614m (1. att.), kurā plānota purva režīma atjaunošana, to appludinot. Ziņojumā [4] dota informācija par Rietumu purva apsekošanu deviņos kontrolpunktos GPS 1057 – GPS 1065, turpmāk 1057-1065.

Punktos 1059, 1060 (meliorācijas grāvja šķērsojumi ar autoceļu P101 un meža ceļu) izmērīts grāvja straumes ātrums šo ceļu caurtekās. Punktos 1061 un 1064 izmērīta ūdens plūsma drenāžas caurtekās meža ceļa šķērsojuma vietās. Šo ūdeni varētu izmantot atjaunojamās purva daļas appludināšanai [4].

Meliorācijas grāvju caurteku diametrs ir 1.0m. Caurtekā, kas punktos 1060 un 1059 applūdušas $\frac{1}{4}$ un $\frac{3}{4}$ no to augstuma, bet straumes ātrums tajās ir, attiecīgi, 7 metri 12 sekundēs un 2 metri 12 sekundēs [4]. Ja caurteku aktīvo laukumu aprēķina kā apļa segmentu, tad grāvja caurtece šajos kontrolpunktos ir, attiecīgi:

$$(7/2) \times 0.153 \times 86400 = 7711 \text{ [m}^3/\text{dnn]};$$
$$(2/12) \times 0.632 \times 86400 = 9101 \text{ [m}^3/\text{dnn]}.$$

Ūdens plūsma drenāžas caurtekas šķērsojumos 1061 un 1064 ir, attiecīgi: $648 \text{ m}^3/\text{dnn} = 7.5 \times 86.4$ un $389 \text{ m}^3/\text{dnn} = 4.5 \times 86.4$, t.i., kopīgais ūdens daudzums, kuru varētu izmantot purva appludināšanai ir $1037 \text{ m}^3/\text{dnn}$.

3. Hidroģeoloģiskais modelis

HM vertikālā shematizācija un tā parametri skatāmi 1. tabulā. Modelim ir astoņi slāņi, no tiem pirmais un astotais kalpo ūdens līmeņu robežnoteikumu rel un D3pl fiksēšanai. Šo slāņu biezums ir 0.02m. Formālais sprosts slānis Nr.2 nepieciešams meliorācijas grāvja pareizai atsaitei no rel slāņa. Purva augšējo daļu B1 modelē 0.5m biezs sprosts slānis, kurš smilšu slānim Nr.5 veido aerācijas zonu. Purva blīvo daļu B1 imitē 4. slānis, kura biezums smilšu kāpā ir 0.02m. Smilšu daļu pārstāv 6. slānis. Salaspils horizonta dolomīta daļu D3slp2 pārstāv 6. slānis, bet tā sprosts slāņa daļu D3slp1 – 7. slānis.

HM režģa plaknes aproksimācijas solis ir 10 metri.

Izmantoti šādi LAMO4 dati:

- 5. un 7. slāņu apakšu virsmas;
- robežnoteikums D3pl.

Kā robežnoteikums rel un HM ģeometriskā virsma izmantots digitālais reljefs [5], kurā izolīnijas nav gludas. Šī iemesla dēļ visās pārskata kartēs, kuras ietekmē rel virsma ir veikta rezultātu digitālā filtrēšana, lai rezultātu uzskatāmībai izolīnijas nogludinātu.

Modelētais gruntsūdens līmenis φ_5 smilšu slānī Q2 skatāms 2. att., bet robežnoteikuma karte φ_8 horizontam D3pl skatāma 3. att. No 3. att. izolīniju izkārtojuma seko, ka φ_8 ūdens līmeņu lauks ir vienmērīgs un tā gradients ir ~ 0.0012 . Smilšu kāpas ietekmes dēļ, ūdens līmeņu lauks φ_5 ir izteikti nevienmērīgs. Rietumos un austrumos no kāpas plūsmu gradienti ir, attiecīgi, 0.00043 un 0.0017. Meliorācijas grāvja ietekmē mainās izolīniju forma smilšu kāpas rajonā. Ūdens līmeņi horizontos Q2 un D3slp2 ir ļoti tuvi. Uz šo slāņu robežām fiksēti robežnoteikumi. Meliorācijas grāvis purvā piesaistīts 3. slānim B2, bet smiltīs, 5. slānim Q2. Grāvis modelēts kā GV robežnoteikums "River".

Grāvja pazemes pietece kumulatīvais grafiks skatāms 4. att. To iegūst ar GV rīku "Mass balance" režīmā "BC Flow Accretion Curve". Kopīgā pazemes pietece grāvim ir $37 \text{ m}^3/\text{dnn}$, $\sim 33 \text{ m}^3/\text{dnn}$ dod smilšu slānis Q2 (skat. 2. tabulu), t.i., pazemes pietece purvā ir niecīga. Par to uzskatāmi liecina 4. att. pietece grafika raksturs. Meliorācijas grāvja kopīgo ūdens plūsmu ($\sim 9000 \text{ m}^3/\text{dnn}$) nosaka virszemes ūdens pietece.

Mainīgie HM slāņa biezumi skatāmi 5.-8. att. No aerācijas zonas (3. slānis) biezuma (5. att.) smilšu kāpā var secināt, ka šī zona būtiski samazina smilšu slāņa (7. att.) aktīvo biezumu kāpas rajonā. Purva B1 biezums (6. att.) raksturo purva apakšējo blīvo daļu. Pilnais purva biezums ietver arī 0.5m biezo viršējo purva slāni B2.

4. Infiltrācijas plūsma sprosts slāņos

Izmantojot aprēķinātās GV vertikālās pazemes ūdens plūsmas V_z , var iegūt infiltrācijas plūsmu [mm/gadā] (xy)-sadalījumu HM sprosts slāņos B1, B2, D3slp1 (9.-11. att.). Slāņos B1 un B2 dominē intensīvas infiltrācijas plūsmas modeļa smilšu daļā, īpaši kāpas virsotnēs. Slānī D3slp2 kāpas ietekme ir nenozīmīga (11. att.). No 9. att. var secināt, ka purva augšējā daļā B2 notiek appludināšana, īpaši Austrumu purvā.

Rietumu purva blīvajā daļā B1 (10. att.) pazemes plūsma baro horizontu Q2 (izņemot grāvja daļu). Austrumu purvā noteicošas ir augšup vērstās (negatīvas) plūsmas, kuras veicina purva appludināšanu. Šo parādību izsauc smilšu kāpas plūsmas ietekme purvam ar būtiski zemāku virsmu (tikai $\sim 6 \text{ m}$ vjl), salīdzinot ar Rietumu purvu ($\sim 10 \text{ m}$ vjl).

5. Pazemes ūdens plūsmu bilances

Ar GV rīku "Mass balance" var iegūt pazemes ūdens plūsmu bilances HM un tā apakšgabalam. Šīs bilances skatāmas 2. un 3. tabulās. Šo tabulu grafisko skaidrojumu dod 12., 13., 14. att.

Bilances aprēķinā izmantoti slāņi B2, Q2, D3slp2. Sprostslāņi aer2, B1, D3slp1 praktiski neietekmē bilanci un tāpēc tos neizmanto aprēķinos.

Katram slānim ar GV ir aprēķinātas plūsmas::

- slāņa augšā;
- slāņa apakšā;
- robežu plūsma;
- citas plūsmas (grāvis – river).

Šo plūsmu grafiskā shēma parādīta 14. a) att. Plūsmu numuri atbilst bilances tabulu kolonu Nr. GV dod pozitīvas (1) un negatīvas (2) plūsmas slāņa augšpusē un attiecīgas plūsmas (5) un (6) slāņa apakšā. GV dod datus par plūsmām caur modeļa malām ($9+10+11+12=13$) un meliorācijas grāvi (14). Bilances vajadzībām tiek aprēķinātas rezultējošās plūsmas (3 un 7) caur

slāņa augšējām un apakšējām virsmām. Nolūkā iegūt slāņu lokālo bilanci 12. b) att., ir jāaprēķina rezultējošā plūsma (8).

Bilances tabulu skaitlisko saturu grafiski skaidro 13. att. (2. tabula) un 14. att. (3. tabula). Bilances tabulas pēdējā rinda dod HM (apakšapgabala) bilanci.

No 2. tabulas pirmās rindas satura var secināt, ka purva augšējā daļā B2 būtisks ūdens daudzums ($-192.7 \text{ m}^3/\text{dnn}$) izplūst atpakaļ purva virsmā (par to liecina infiltrācijas sadalījums 9. att.). Eksistē neliela robežplūsma ($0.6 \text{ m}^3/\text{dnn}$) un meliorācijas grāvja plūsma ($-4.2 \text{ m}^3/\text{dnn}$). Lokālā bilance m^3/dnn pirmajam slānim: $3.6 + 0.6 - 4.2 = 0$ (skat. 12. b) att.).

Otrā rinda 2. tabulā raksturo horizontu Q2: plūsma caur robežu ($-82.1 \text{ m}^3/\text{dnn}$); grāvī ($-32.8 \text{ m}^3/\text{dnn}$). Negatīvā plūsma ($-9.2 \text{ m}^3/\text{dnn}$) slāņa virspusē izraisa negatīvo infiltrāciju Austrumu purva B1 slānī (10. att.). Lokālā bilance m^3/dnn horizontā Q2: $114.9 - 82.1 - 32.8 = 0$.

Trešā rinda 2. tabulā raksturo horizontu D3slp2. Caur šī horizonta robežu izplūst ($-180.4 \text{ m}^3/\text{dnn}$) un D3pl horizontā nonāk $175.1 \text{ m}^3/\text{dnn}$. Robežu plūsma ir lielāka nekā horizontā Q2 tāpēc, ka slānī D3slp2 ir lielāks filtrācijas koeficients nekā horizontā Q2 ($10 > 3$). Horizonta D3slp2 lokālā bilance m^3/dnn : $180.4 - 180.4 = 0$. Ceturtnā rinda 2. tabulā ir kopīgā HM bilance: $298.9 - 261.9 - 37.0 = 0$.

Purva teritorijas atjaunošanai svarīga ir HM apakšapgabala bilance (3. tabula un 14. att.). Apakšapgabala slānī B2 ir relatīvi intensīva (-29.5) augšupejošā plūsma, kas izsauc purva applūšanu. Slāņos Q2 un D3slp2 nav augšupejošo plūsmu. Kopīgā lokālā apgabala bilance m^3/dnn ir zema: $7 - 7 = 0$. Šī iemesla dēļ purva atjaunošanā galvenā ietekme būs virszemes ūdens izmantošanai, t.i., $\sim 1000 \text{ m}^3/\text{dnn}$ pietecei caur meža ceļa caurtekām.

6. Secinājumi

Izveidots hidroģeoloģiskais modelis Ķemeru purva apgabalam. Ar HM palīdzību iegūta šāda informācija:

- smilšu kāpa, kas šķērso pētāmo apgabalu būtiski ietekmē gruntsūdens līmeņu sadalījumu smilšu horizontā Q2;
- hidroģeoloģiskie procesi purva augšējā slānī un apakšējā blīvajā daļā būtiski atšķiras;
- purva atjaunošanas gaitā galvenā ietekme ir virszemes ūdeņu regulējumam, jo pazemes plūsmu intensitāte purvos ir zema.

Modelis var kalpot kā rīks purvos notiekošo procesu tālākai pētniecībai. Lai iegūtu vairāk informācijas par ūdens režīmiem purvos, nepieciešams modeli pilnveidot.

7. Literatūra

1. Environmental Simulations, Inc. *Groundwater Vistas. Version 6*, Guide to using, 2011
2. Golden Software, Inc., *SURFER-12 for Windows*, Users manual, Guide to Using, 2015
3. Latvijas hidroģeoloģiskā modeļa LAMO pilnveidošanas starprezultāti, Pārskats līgumam 2014/15 starp LVGMC un RTU, Rīga, 2015. g. novembris, vad. A. Spalviņš, teksts 30 lpp, pielikumi 53 lpp., (in Latvian). [Online]. Available: http://www.emc.rtu.lv/VPP/ATSK_LVGMC_2015_teksts.pdf
http://www.emc.rtu.lv/VPP/ATSK_LVGMC_2015_pielikumi.pdf
4. L. Grīnberga, O. Aleksāns, Ķemeru purva apsekošanas rezultāti. Informatīvais ziņojums, Projekts Nr. LIFE14 CCM?LV/001103, "LIFE Restore", Degradēto purvu atbildīga apsaimniekošana un ilgtspējīga izmantošana Latvijā, 2016.g. 17. novembris
 - Citi pasūtītāja iesniegtie materiāli: digitālais reljefs; hidroģeoloģiskās kartes.

Ķemeru purva apgabala HM vertikālā shematizācija un parametri

HM slāņa Nr.	*	Slāņa nosaukums	Slāņa kods	Filtrācijas koef [m/dnn]	Biezums [m]	Piezīmes
1.		Reljefa virsma	rel	10.0	0.02	Robežnoteikums
2.		Aerācijas zonas augša	aer2	10^{-6} -1	0.02	
3.		Aerācijas zona un purva augša	aer1, B2	10^{-4} -0.1	0.5-21.8	
4.		Purvs	B1	10^{-4}	0.02-6.43	
5.		Kvartāra smiltis	Q2	3.0	4.0-8.4	
6.		Salaspils	D3slp2	10.0	0.5-8.2	
7.		Salaspils	D3slp1	0.00015	2.0	
8.		Pļaviņu horizonts	D3pl	10.0	0.02	Robežnoteikums
*		Sprostslānis				

2. tabula

Ķemeru purva apgabala pazemes plūsmu bilance [m3/dnn]

Slāņa kods	Slāņa augša			Slāņa apakša			Kopā	Slāņa robežas *					Grāvis
	ieplūde	izplūde	2+3	ieplūde	izplūde	5+6		R	A	Z	D	9+10+11+12	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
B2	666.7	-192.7	474.0	9.2	-479.6	-470.4	3.6	0.1	0.0	0.0	0.5	0.6	-4.2
Q2	479.6	-9.2	470.4	29.5	-385.0	-355.5	114.9	11.4	-53.5	-41.0	1.0	-82.1	-32.8
D3slp2	385.0	-29.5	355.5	0.0	-175.1	-175.1	180.4	40.9	-137.5	-87.1	3.3	-180.4	0.0
Modelis	666.7	-192.7	474.0	0.0	-175.1	-175.1	294.9	52.4	-191.0	-128.1	4.8	-261.9	-37.0

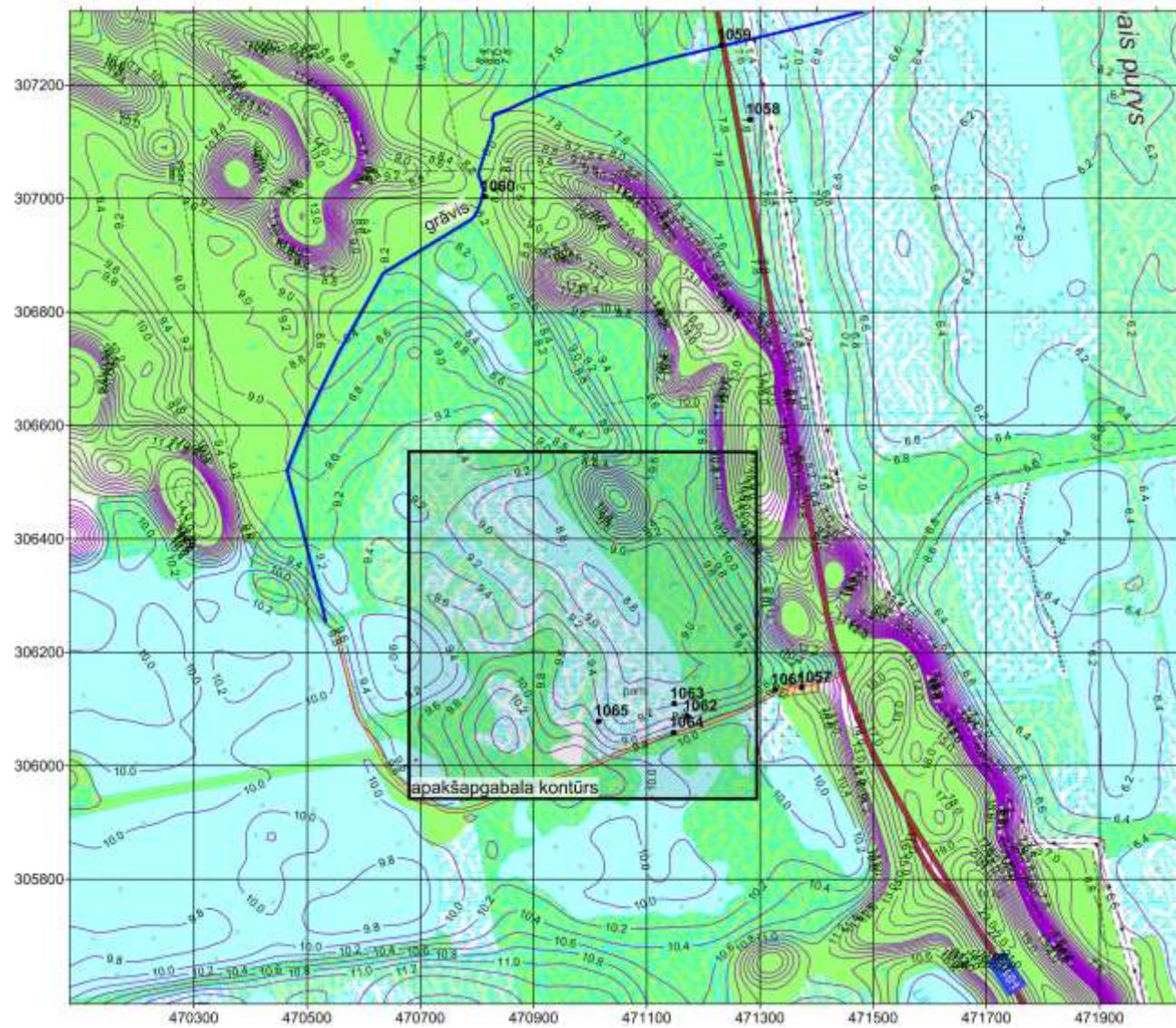
* R, A, Z, D – Rietumu, Austrumu, ziemeļu, dienvidu robeža bilances apgabalam

3. tabula

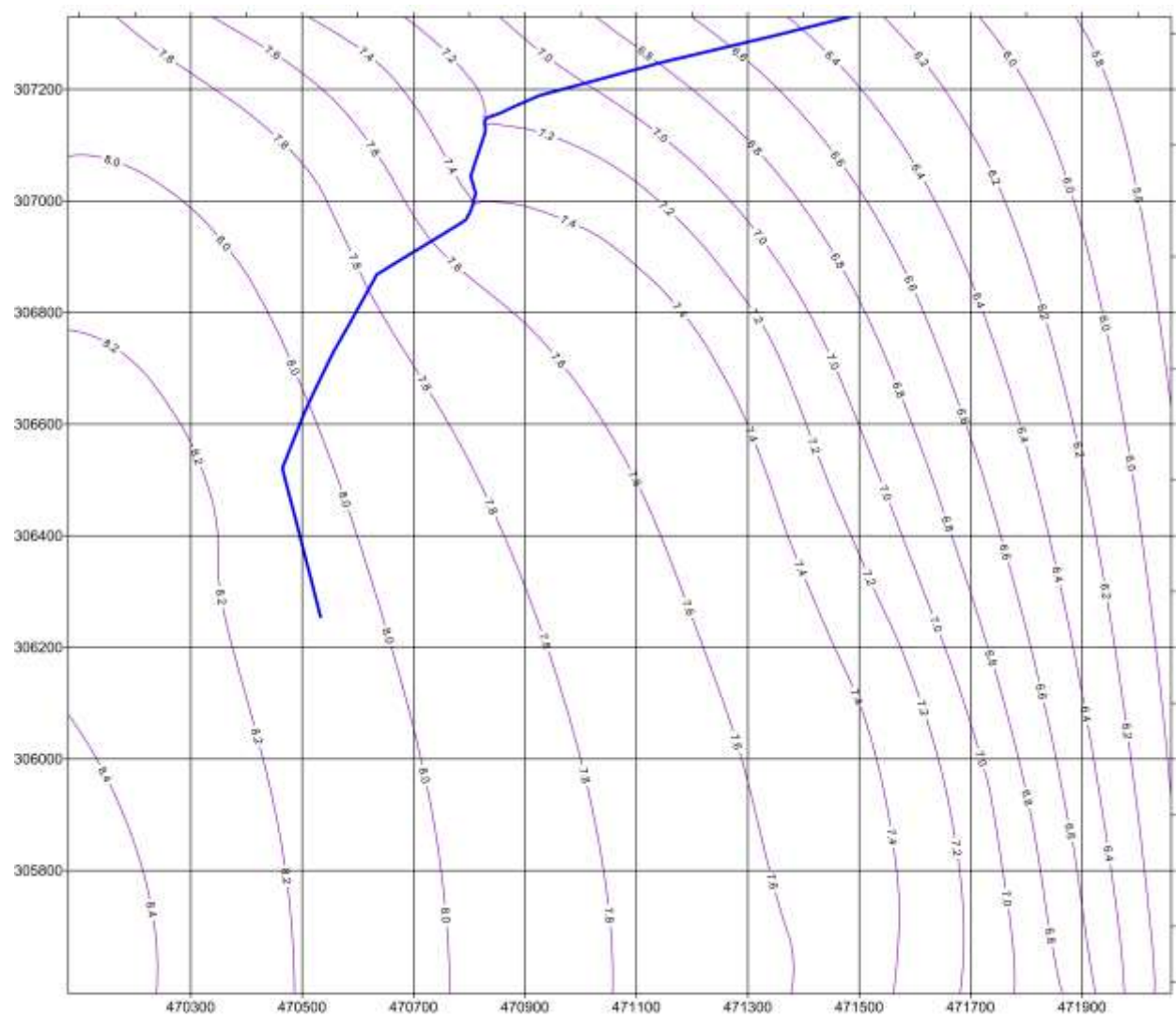
Atjaunojamā Ķemeru purva apakšapgabala pazemes plūsmu bilance [m3/dnn]

Slāņa kods	Slāņa augša			Slāņa apakša			Kopā	Slāņa robežas *					Grāvis
	ieplūde	izplūde	2+3	ieplūde	izplūde	5+6		R	A	Z	D	9+10+11+12	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
B2	60.1	-29.5	30.6	0.0	-31.1	-31.1	-0.5	0.1	0.2	0.0	0.2	0.5	0.0
Q2	31.1	0.0	31.1	0.0	-26.4	-26.4	4.7	8.7	-10.5	-5.1	2.2	-4.7	0.0
D3slp2	26.4	0.0	26.4	0.0	-23.6	-23.6	2.8	26.5	-24.2	-12.1	7.0	-2.8	0.0
Modelis	60.1	-29.5	30.6	0.0	-23.6	-23.6	7.0	35.3	-34.5	-17.2	9.4	-7.0	0.0

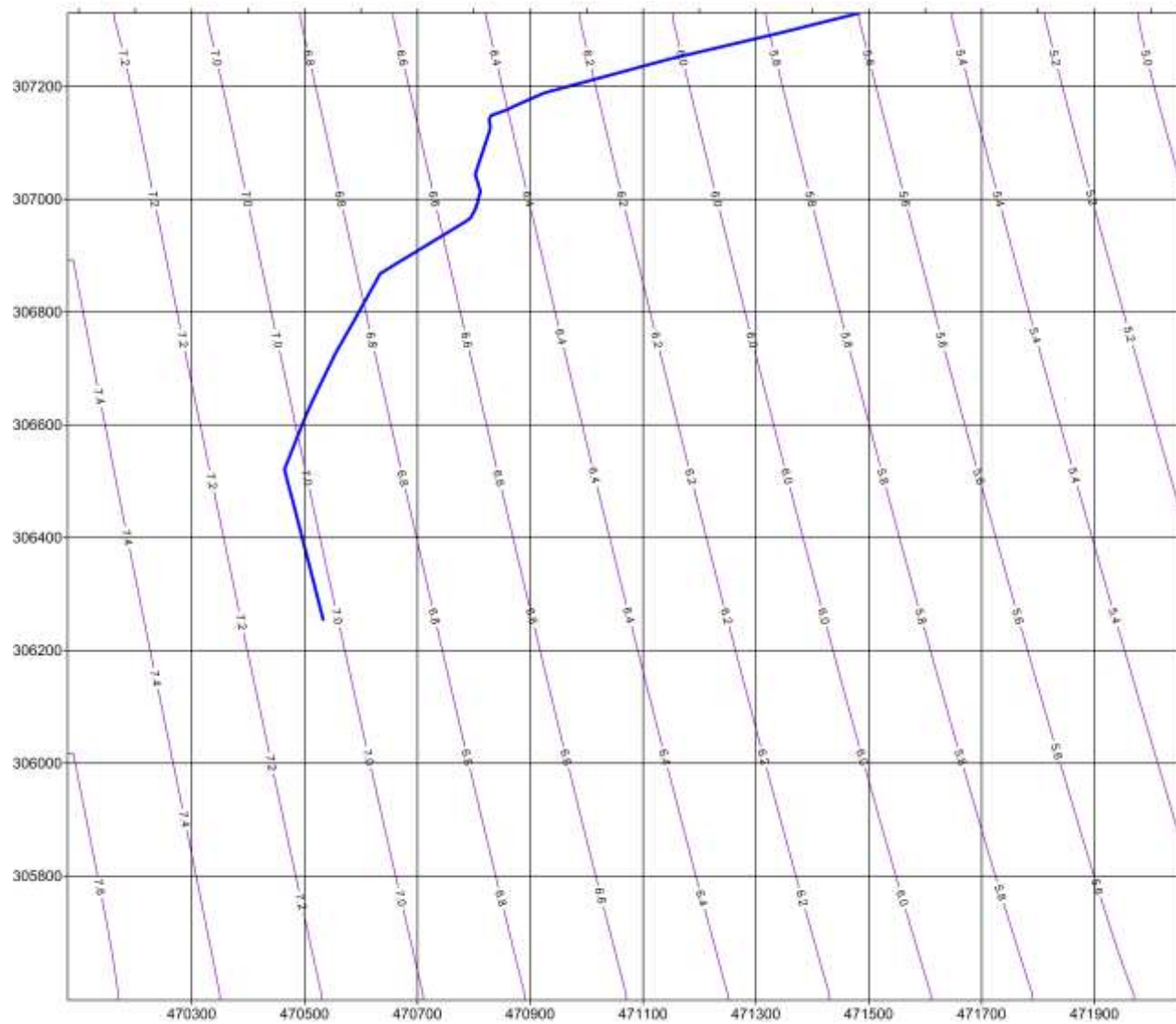
* R, A, Z, D – Rietumu, Austrumu, ziemeļu, dienvidu robeža bilances apgabalam



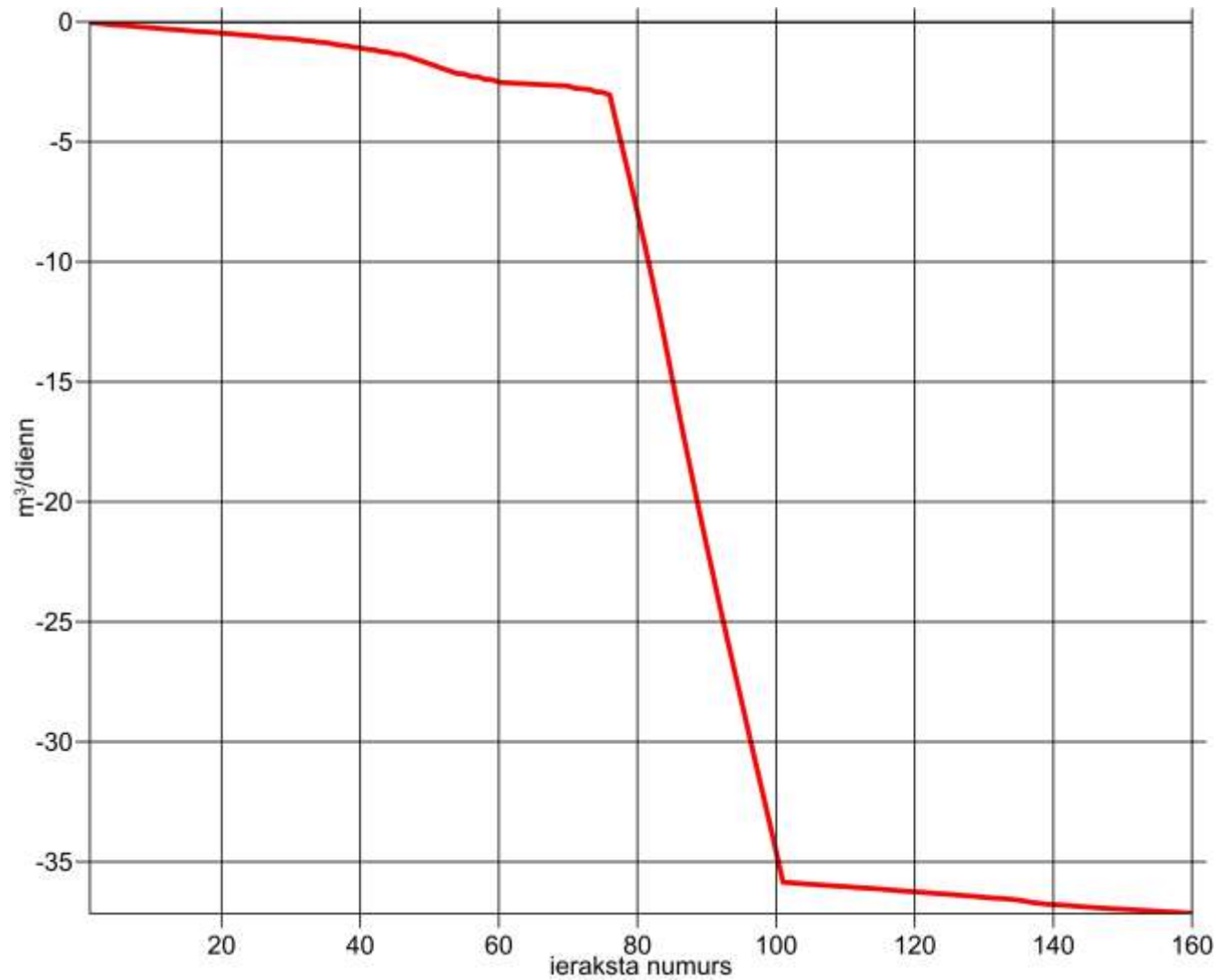
1. att. Ķemeru purva apgabala topoloģiskā karte ar digitālā reljefa izolīnijām un apsekošanas punktu izvietojumu



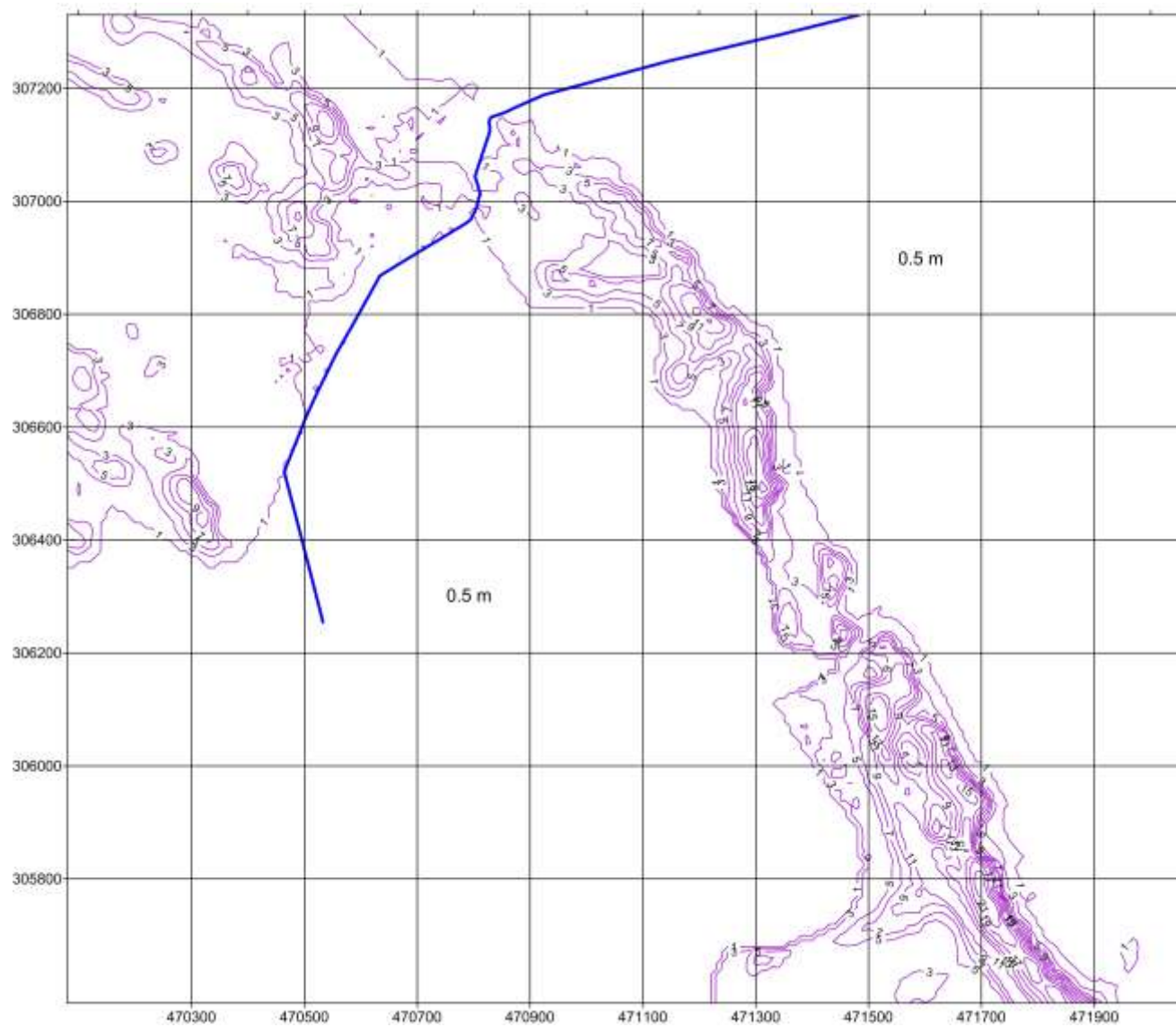
2. att. Pazemes ūdens līmeņi [m vjl] Q2 horizontā



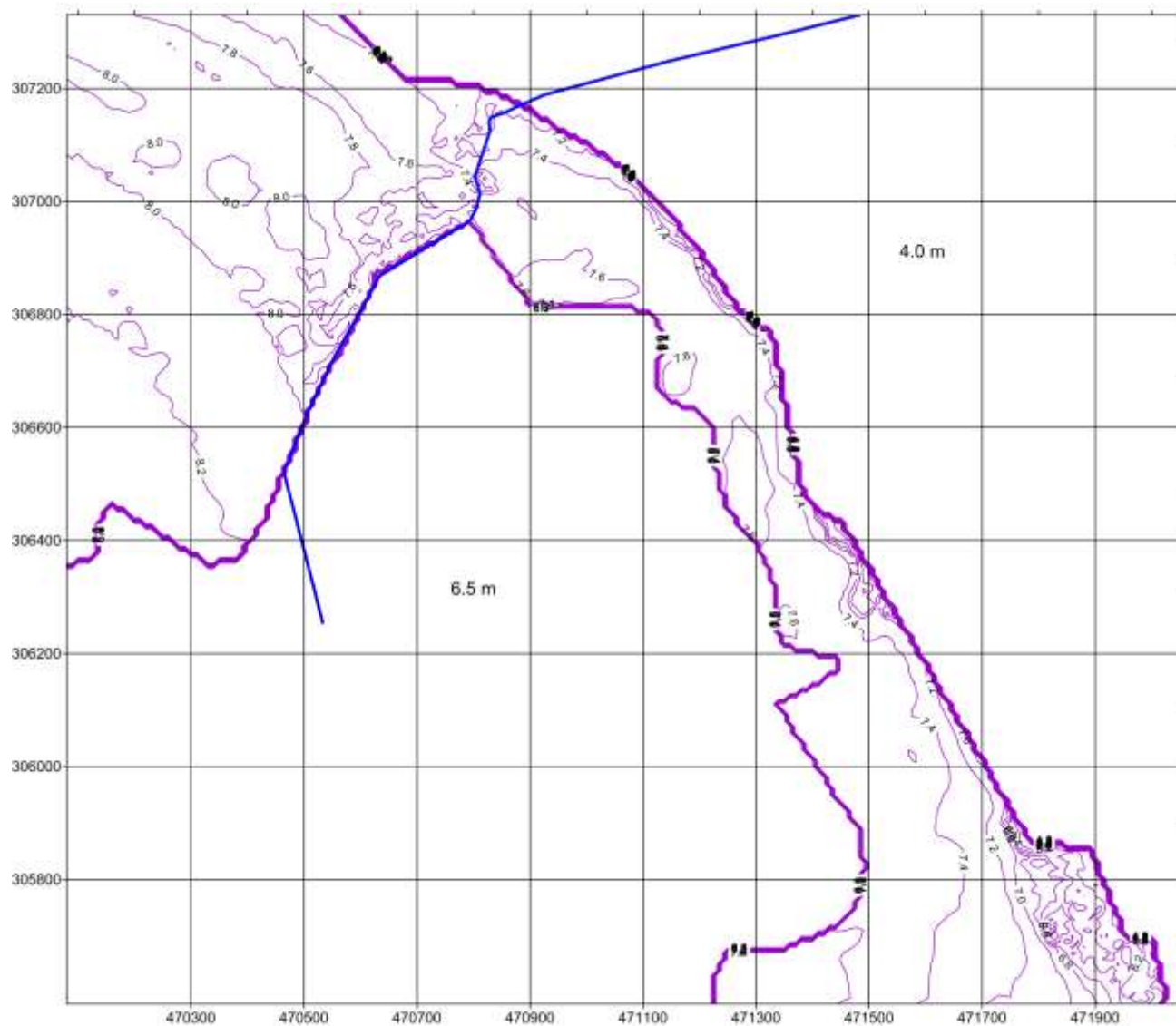
3. att. Pazemes ūdens līmeņi [m vjl] D3pl horizontā



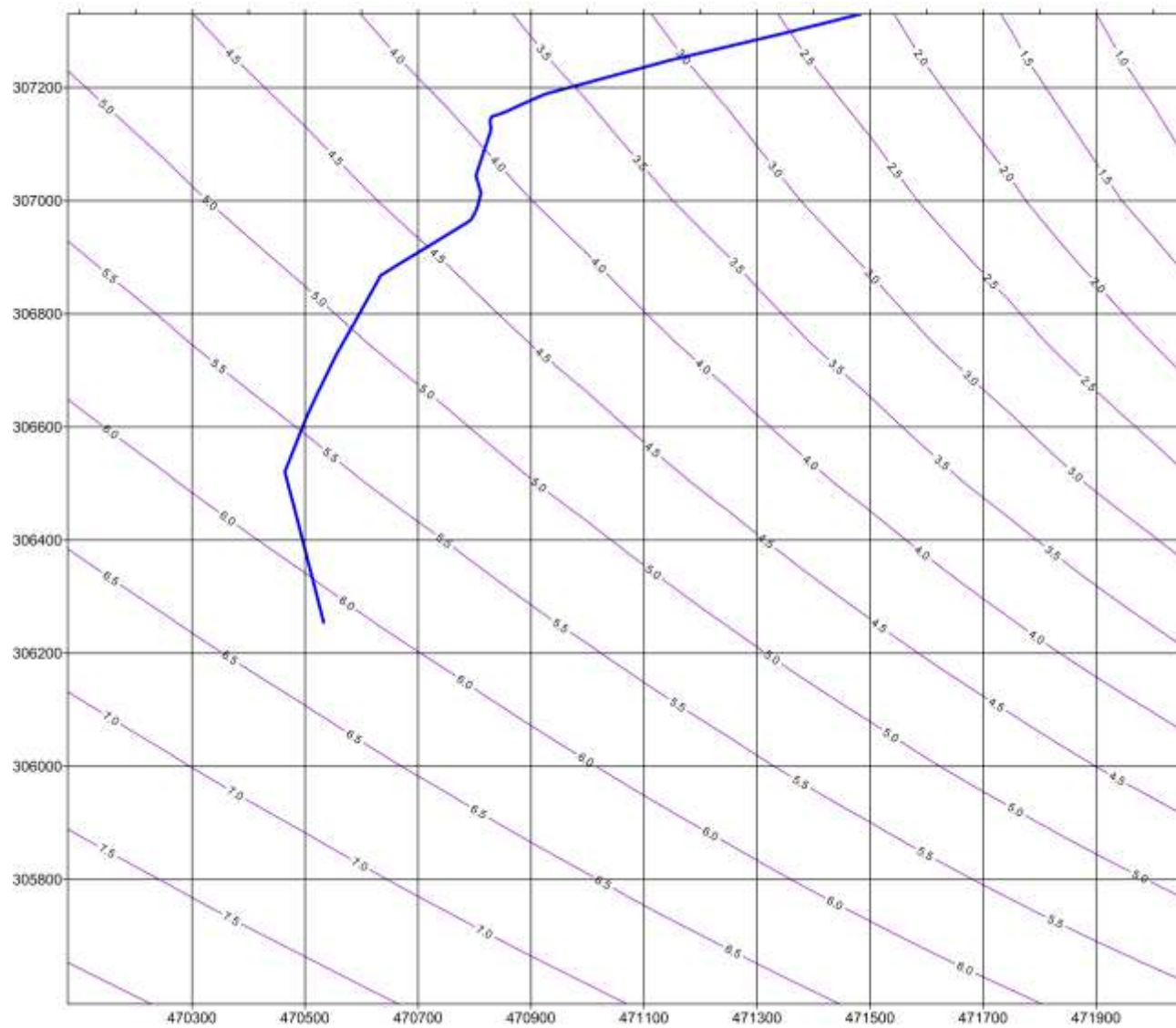
4. att. Meliorācijas grāvja pazemes ūdens pietece [m³/dnn]



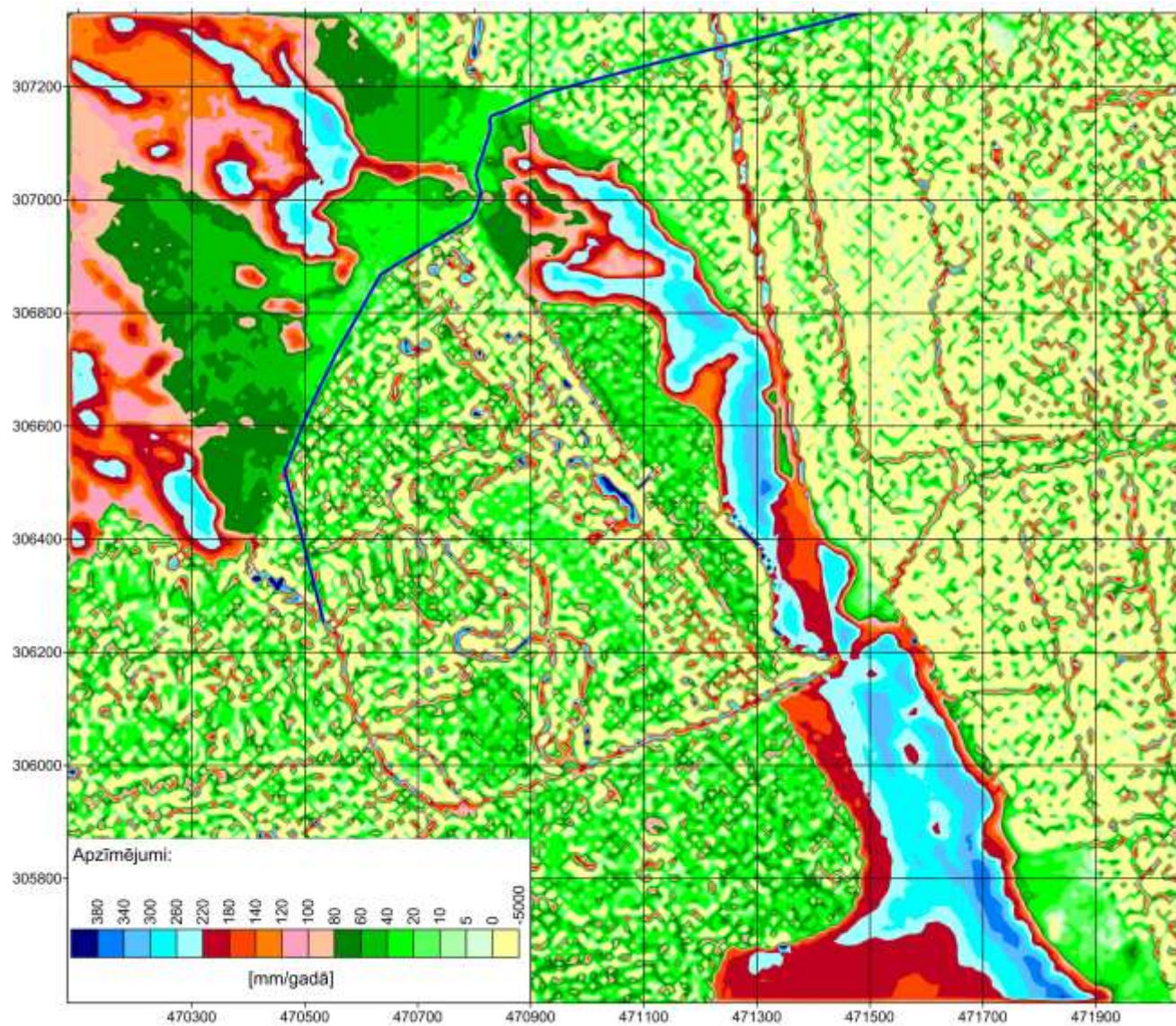
5. att. Aerācijas zonas biezums [m]



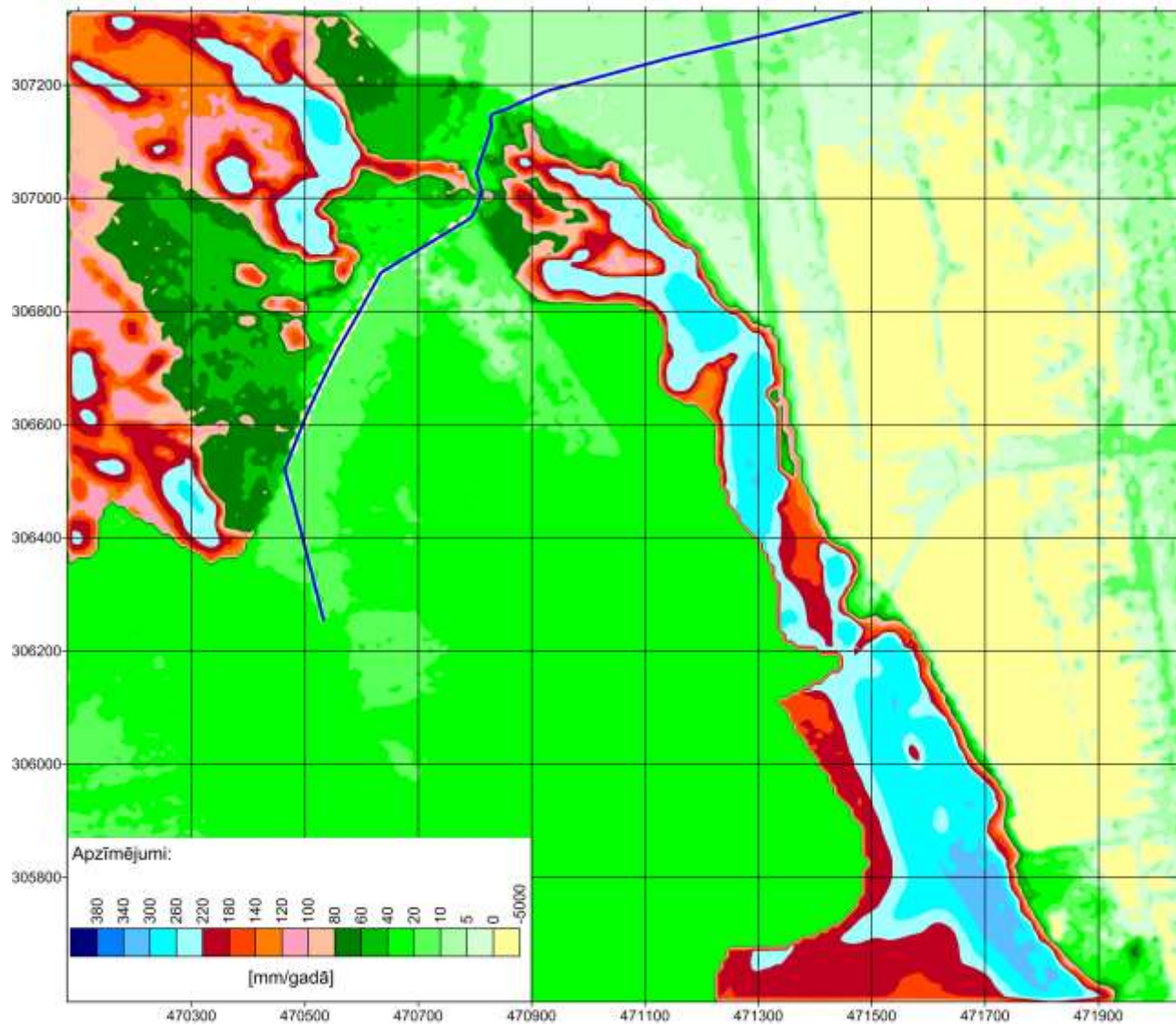
7. att. Horizonta Q2 biezums [m]



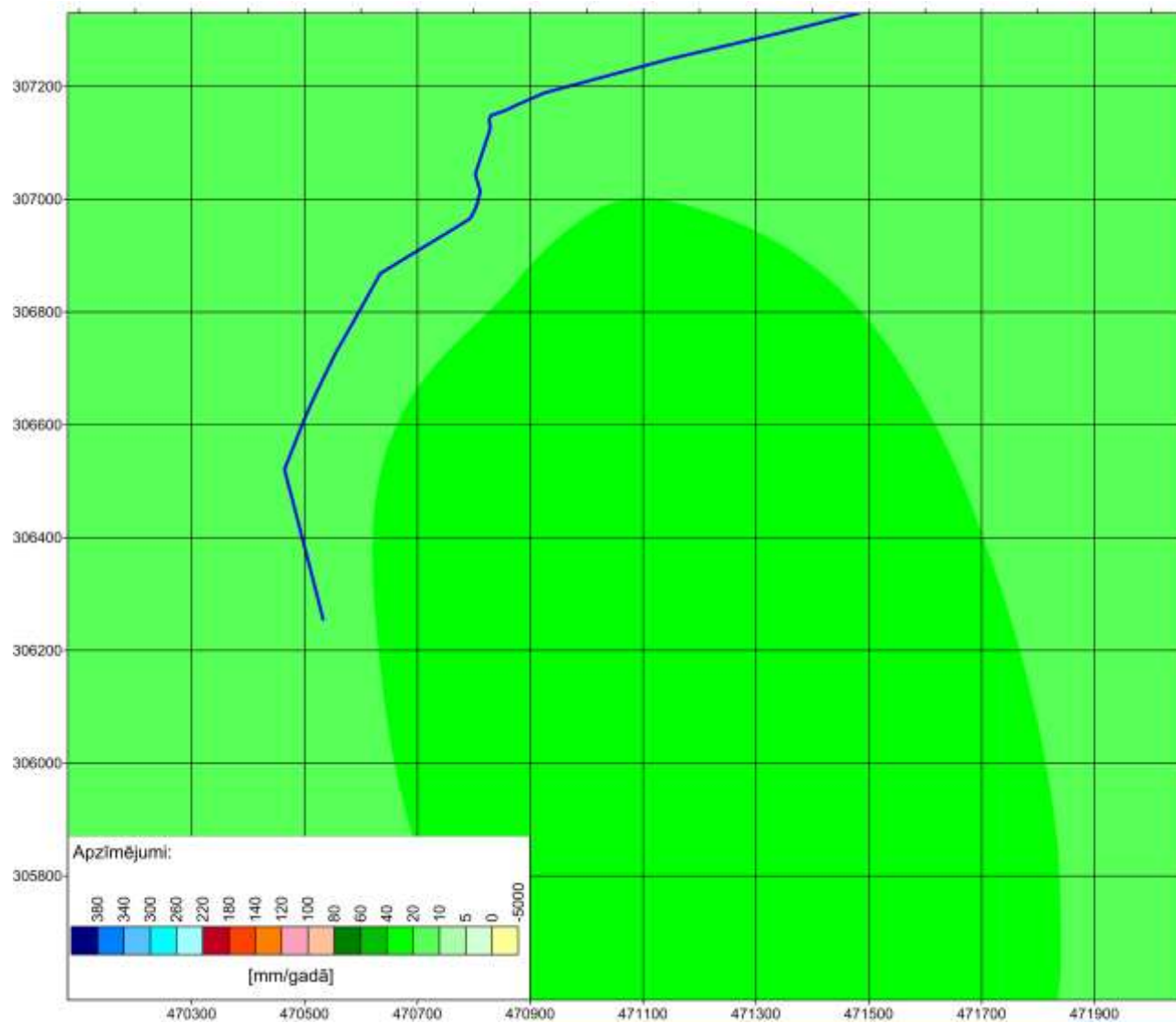
8. att. Horizonta D3slp2 biezums [m]



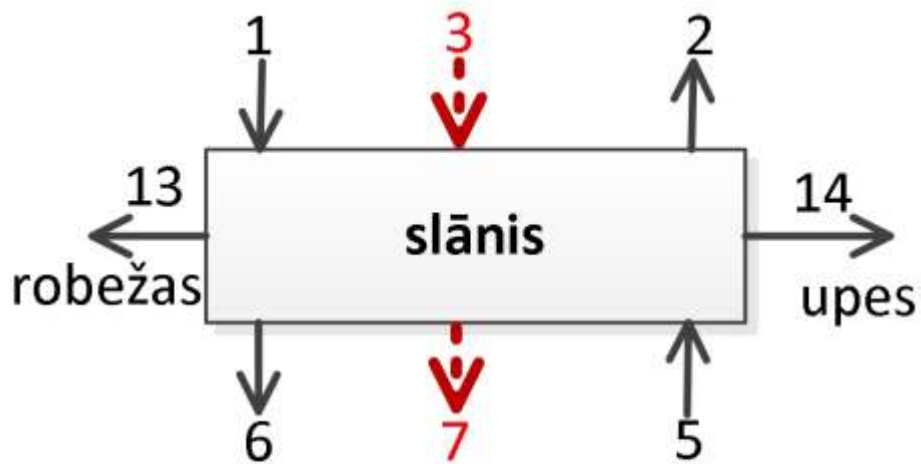
9. att. Infiltrācija slānī B2 [mm/gadā]



10. att. Infiltrācija slānī B1 [mm/gadā]



11. att. Infiltrācija slānī D3slp1 [mm/gadā]



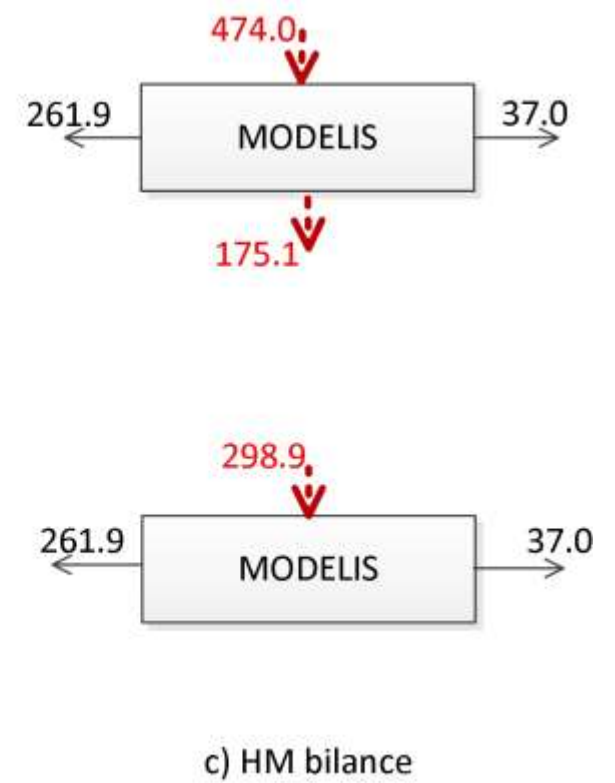
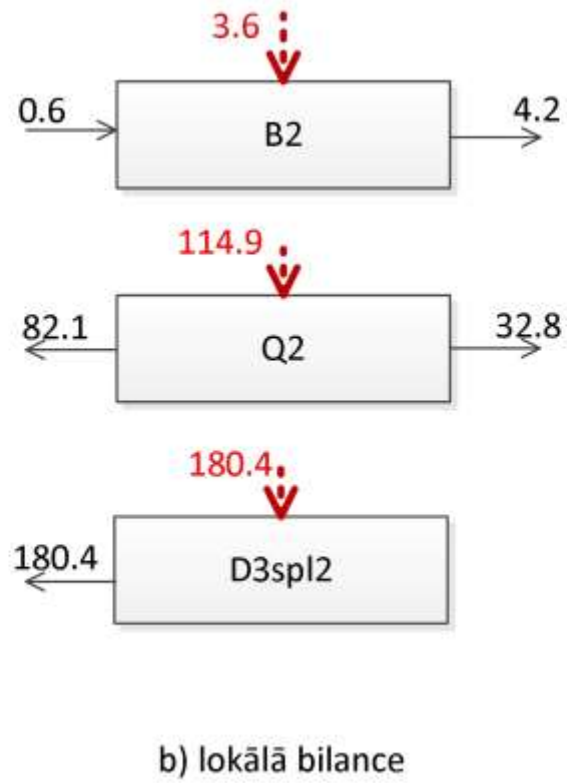
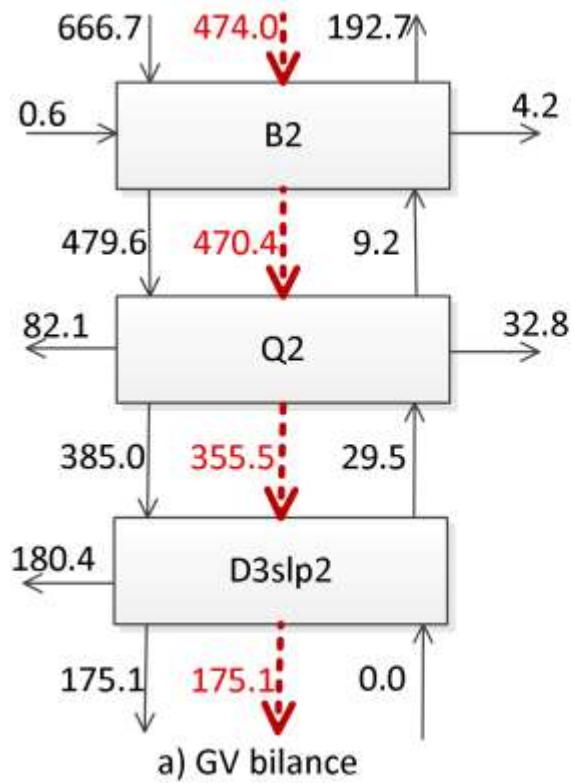
a) GV bilance



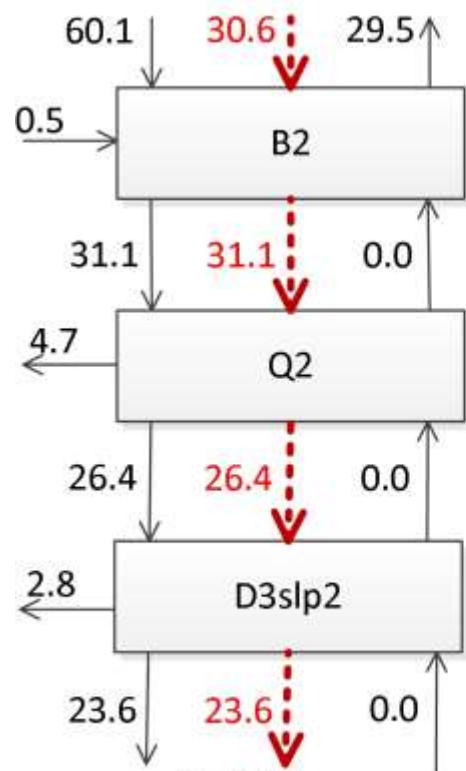
b) lokālā bilance

 GV plūsma
  aprēķinātā plūsma

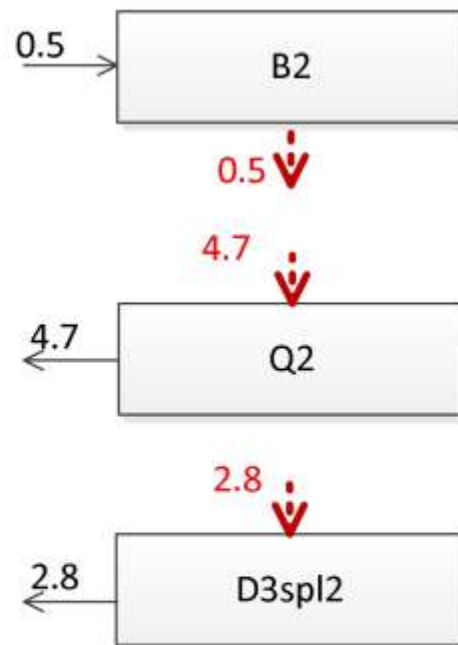
12. att. Bilances tabulu grafiskā skaidrojuma leģenda



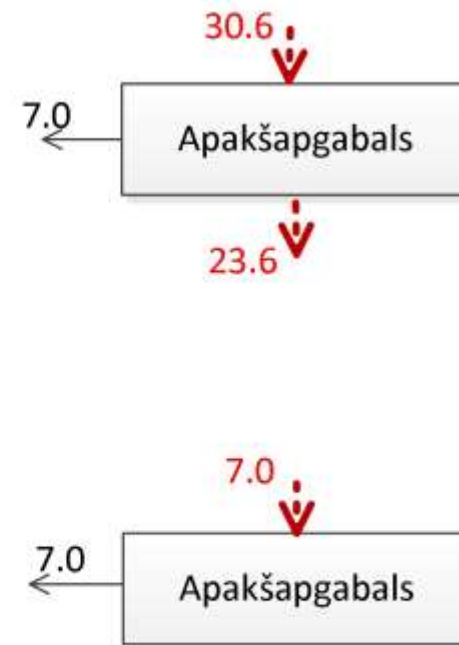
13. att. Pazemes plūsmu bilances (2. tabula) grafiskais skaidrojums



a) GV bilance



b) lokālā bilance



c) HM bilance

14. att. Pazemes plūsmu bilances (3. tabula) grafiskais skaidrojums